

10-190066

21.07.1998

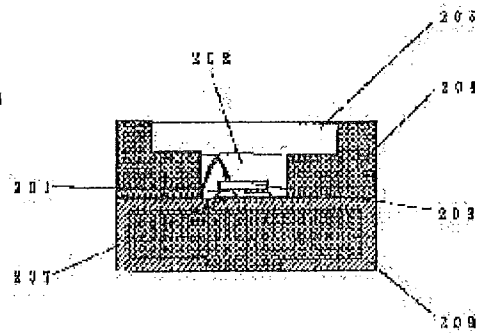
H01L 33/00

(71)Applicant : NICHIA CHEM IND LTD

(72)Inventor : SHIMIZU YOSHINORI
YAMADA MOTOKAZU
SAKANO AKIMASA

(57)Abstract:

SOLUTION: An LED chip 203 is subjected to die bond on an electrode provided inside a ceramic package by using a die bond member 207, and is electrically connected thereto. In the LED chip 203 to be used, a nitride compound semiconductor which can emit blue light is formed in one side of an SiC board. A reflecting member 201 is provided not to directly cast light emitted from a semiconductor light emitting layer to die bond resin 207 and to reflect it to a light emission observation surface effectively. Especially, a reflection member wherein a dielectric material is used can reflect light emitting wavelength from a light emitting layer of a nitride compound semiconductor effectively and it is further desirable since it can be formed readily.



[Date of request for examination] 22.02.1999

22.02.1999

withdrawal

21.09.2001

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.*** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] It is the light emitting diode characterized by to have been the light emitting diode which has a color conversion member containing the fluorescent material which absorbs a part of luminescence [at least] from the LED chip fixed by die weld junction material on the substrate, and this LED chip, carries out wavelength conversion and emits light, and for said LED chip to prepare a reflective member in the field side of another side of said translucency base while having the nitride system compound semiconductor in one field side on a translucency base.

[Claim 2] Light emitting diode according to claim 1 said whose die weld junction material is at least one sort chosen from an epoxy resin and silicone resin.

[Claim 3] Said color conversion member is light emitting diode according to claim 1 which the fluorescent material contains in the base material.

[Claim 4] Light emitting diode according to claim 3 said whose base material is at least one sort chosen from an elastomer or gel silicone resin, an amorphous fluororesin, and polyimide resin.

[Claim 5] The LED display equipment which has the drive circuit which connected electrically light emitting diode according to claim 1 to the LED drop arranged in the shape of a matrix, and this LED drop.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.*** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] The invention in this application relates to the light emitting diode used for the back light of a display, an illumination type actuation switch, an LED drop, etc., especially

uses a fluorescent material, and relates to the light emitting diode which can emit light in a long period of time and high brightness.

[0002]

[Description of the Prior Art] A light emitting device (henceforth an LED chip) carries out luminescence of a small and efficient vivid color. Moreover, since it is a semiconductor device, there is no ball piece. An initial drive property is excellent and it has the description that it is strong to the repeat of vibration or ON/OFF lighting. Therefore, it is used as various indicators or the various light sources. However, when only luminescence of a white system etc. was obtained although the LED chip had the monochromatic luminescence peak therefore, it could not but use two or more kinds of light emitting devices.

[0003] Then, these people developed the light emitting diode indicated to JP,5-152609,A, JP,7-99345,A, etc. as light emitting diode which makes the various luminescent color, such as a white system, emit light using the LED chip and fluorescent material which have a monochromatic luminescence peak.

[0004] The energy band gap of a luminous layer arranges these light emitting diodes by die weld junction material etc. on the cup in which the comparatively large LED chip was prepared at the tip of a leadframe etc. An LED chip is electrically connected to the metal stem and metal post in which the LED chip was prepared, respectively. And absorb the light from an LED chip, the fluorescent substance which carries out wavelength conversion is made to contain, and it is made to have formed as a color conversion member into the resin mold which covers an LED chip etc.

[0005] By this, it can consider as the light emitting diode which carried out wavelength conversion of the luminescence from an LED chip with the fluorescent substance. For example, it can consider as the light emitting diode with which a white system can emit light with the color mixture of the light from the LED chip of a blue system, the light from the fluorescent substance which emits light in the yellow system which absorbs the light and has a complementary color relation, and **. Such light emitting diodes can use sufficient brightness as the light emitting diode which emits light, when a white system is used as light emitting diode which emits light.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, the light emitting diode with which it can be reliable with light emitting diode and it can emit light in a long period of time and high brightness more is called for with the breadth of the field of the invention of light emitting diode. Although especially the light emitting diode using a fluorescent material is based also on a fluorescent material, it is in the inclination for the thing which has the short luminescence wavelength from a luminous layer to emit light more efficiently. On the other hand, various synthetic resin is used for the mold member and color conversion member which are used for a light emitting diode, or die weld junction material from the ease of treating etc. Synthetic resin is in the inclination deteriorated and colored, when the luminescence wavelength generally emitted from an LED chip becomes short. Especially die weld junction material does not have what does not change if an adhesive property is not taken into consideration, either, but now satisfies both weatherability, adhesion, etc. enough. Therefore, when the luminescence reinforcement of the light emitting diode using a fluorescent material is raised further and long duration use is carried out, it has the problem that the luminescence brightness of light emitting diode may fall. The invention in this application solves the above-mentioned technical problem, and it aims at decline in luminescence **** providing the bottom of high brightness and the operating environment of long duration with very little light emitting diode more.

[0007]

[Means for Solving the Problem] The LED chip with which the invention in this application was fixed by die weld junction material on the substrate, The color conversion member containing the fluorescent material which absorbs a part of luminescence [at least] from this LED chip, carries out wavelength conversion and emits light, It is the light emitting diode which ****, and said LED chip can solve an above-mentioned trouble by considering as the light emitting diode which prepared the reflective member in the field side of another side of said translucency base while having a nitride system compound semiconductor in one field side on a translucency base.

Moreover, said die weld junction material is at least one sort of light emitting diodes chosen from an epoxy resin and silicone resin, and said color conversion member is also the light emitting diode which the fluorescent material contains in the base material. Furthermore, said base materials are at least one sort of light emitting diodes chosen from an elastomer or gel silicone resin, an amorphous fluororesin, and polyimide resin.

[0008] Moreover, it is the LED display equipment which has the drive circuit which connected electrically the light emitting diode of the invention in this application to the LED drop arranged in the shape of a matrix, and this LED drop.

[0009]

[Function] The invention in this application raises efficiency for light utilization by preparing a reflective member in the translucency base of an LED chip, preventing degradation by the light of die weld junction material. The light reflex nature of light emitting diode and the adhesive property of adhesives are made to carry out functional separation especially.

[0010] Moreover, by making a color conversion member constitute using a base material with more high lightfastness, coloring by the light from an LED chip, the light reflected by the fluorescent material etc. can be controlled, and decline in luminescence **** can be prevented.

[0011]

[Embodiment of the Invention] An invention-in-this-application person came to accomplish the header invention in this application for the loss of power of the light emitting diode under high brightness and the operating environment of long duration being in degradation of the color conversion member of an LED chip arranged very much in near, or die weld junction material as a result of various experiments.

[0012] In the light emitting diode using a fluorescent material, the usual light emitting diode which does not use a fluorescent material differs from the consistency of light extremely. That is, in the light emitting diode using a fluorescent material, the light emitted from the LED chip 303 does not penetrate the color conversion member altogether formed with synthetic resin etc. as it was like drawing 3. The light from the LED chip 303 is reflected by the fluorescent material 322 prepared in about 303 LED chip etc. Or it is emitted isotropic as a light excited with the fluorescent material 322. Furthermore, the light from a light emitting diode penetrates die bond resin, and is reflected by the substrate by which the ingredient of a high reflection factor was used for the improvement in an optical property. Moreover, it is reflected according to the difference of refractive indexes, such as die weld junction material, etc. Therefore, light is partially shut up densely by about 303 LED chip, and the optical consistency near the LED chip becomes very high. Therefore, the color conversion member and die weld junction material near the LED chip 303 pole deteriorate especially, carry out coloring 330 etc., and are considered that luminescence **** falls.

[0013] The invention in this application can be used as light emitting diode with very little loss of power under the high brightness and prolonged operating environment by controlling degradation of the color conversion member near the LED chip pole, die weld junction material, etc.

[0014] An example of the concrete light emitting diode of the invention in this application is shown in drawing 2. Drawing 2 is a chip type LED sectional view. It was made to connect electrically, while using the die weld junction material 207 and carrying out die bond of the LED chip on the electrode prepared in the package of a ceramic. That by which the nitride system compound semiconductor with which a blue system can emit light was formed in one side of a SiC substrate was used for the LED chip. In addition, Ag is plated on the field of another side of a SiC substrate. Moreover, the silicone resin of Ag content was used for the die weld junction material 201. Wire bonding of the electrode of the remaining LED chip 203 and the external electrode 209 prepared in the package has been carried out by the gold streak.

[0015] The mold cavity which fell by one step is prepared in the interior at the package 204. Into a mold cavity, the translucency polyimide resin which made the fluorescent material contain is poured in as a color conversion member 202, and light emitting diode is made to constitute. The yttrium aluminum garnet fluorescent substance which activated the cerium was used for the fluorescent material.

[0016] While making light take out from the LED chip 203 by making such an external electrode

209 of a light emitting diode supply power, a fluorescent material can be excited and light can be made to emit by the light from the LED chip 203. Since the blue system light from the LED chip 203 and the yellow system light from a fluorescent material have a complementary color relation, the luminescent color of a white system can be obtained. Since such light emitting diode has little coloring accompanying resin degradation etc., a long period of time and high brightness can be made to emit light. The configuration member of the invention in this application is explained in full detail below.

[0017] (Reflective member 201) The reflective member 201 used for the invention in this application is for making it reflect in a luminescence observation side side efficiently while being formed so that the light emitted from the semi-conductor luminous layer may not be made to irradiate die bond resin directly.

[0018] Such a reflective member can form the dielectric materials of metals and alloys, such as In, Cu, Ir, Pd, Rh, W, Mo, Ti, nickel, aluminum, Ag, and Pt, TiO₂ and SiO₂, and BaF₂ grade by the dielectric multilayers which carried out the laminating. Since especially the reflective member using the dielectric materials of aluminum, Ag, Pt, or a TiO₂, SiO₂ and BaF₂ grade can be formed comparatively easily while it can reflect efficiently the luminescence wavelength emitted from the luminous layer of a nitride system compound semiconductor, it is desirable. Such a reflective member can be easily formed on a translucency base with vapor growth film techniques, such as vacuum deposition and the sputtering method, etc.

[0019] (Die weld junction material 107, 207, and 307) In the die weld junction material 107 used for the invention in this application, it is used in order to paste up the LED chip 103 and a substrate 104. Therefore, it is desired for the die weld junction material 107 to have high adhesion with a substrate and the LED chip 103. As concrete synthetic resin used for die weld junction material, 1 liquid, a 2 liquid type epoxy resin, and 1 liquid and 2 liquid type silicone resin are used suitably.

[0020] Moreover, you may make it flow through an LED chip and a substrate electrically using the die weld junction material 107. In this case, it is desirable to make at least one sort chosen from silver, gold, aluminum, copper, ITO, SnO₂, ZnO₂, etc. into die weld junction material contain. While silver, gold, aluminum, copper, etc. especially give conductivity, heat dissipation nature can be raised.

[0021] Such die weld junction material 107 can carry out spreading etc. easily by using a die bonder in order to paste up the LED chip 103 and a substrate 104.

[0022] (Color conversion members 102 and 202) The fluorescent material 322 which changes a part of light [at least] from the LED chip 103 contains the color conversion member 102 used for the invention in this application. As a base material of the color conversion member 102, while making the light from the LED chip 103, and the light from a fluorescent material penetrate efficiently, a light-fast good thing is desirable. Furthermore, while working as a color conversion member, when making it make it serve a double purpose as mold material etc., a strong thing is desirable to external force, moisture, etc. under an external environment. As a concrete ingredient of such a base material 321, transparence resin, glass, etc. excellent in the weatherability of shape of elastomer, gel silicone resin, amorphous fluororesin, and translucency polyimide resin etc. are used suitably. Since the color tone of the light emitted by the amount of the color conversion member 102 from light emitting diode etc. changes, the shape of an elastomer from a point and gel silicone resin, such as operability, are more desirable.

[0023] A color conversion member can be directly contacted for the LED chip 103, can also be made to be able to cover, and can also be prepared through other synthetic resin etc. in between. Moreover, a color pigment, a coloring color, and a dispersing agent may be made to contain with a fluorescent material 322. A tint can also be made to adjust by using a color pigment and a coloring color. An angle of beam spread can also be increased more by making a dispersing agent contain. The guanamine resin which is the barium titanate, the titanium oxide, the aluminum oxide, oxidation silicon, etc. and the organic system which are an inorganic system as a concrete dispersing agent is used suitably.

[0024] (Fluorescent material 322) The fluorescent material 322 used for the invention in this application is for changing into other luminescence wavelength the light and ultraviolet radiation

which were emitted from the nitride system compound semiconductor. Therefore, according to the luminescence wavelength of the request emitted from the luminescence wavelength which emits light from the luminous layer used for the LED chip 103, or light emitting diode, a thing is used variously. When the light from the fluorescent material 322 which is excited by the light in which the LED chip 103 emitted light especially, and the light from the LED chip 103, and emits light has a complementary color relation, white system light can also be made to emit light.

[0025] Various things, such as oxidization magnesium titanium activated from the zinc sulfide cadmium activated as such a fluorescent material 322 with the yttrium aluminum garnet system fluorescent material and perylene system derivative which were activated with the cerium, copper, and aluminum, or manganese, are mentioned. These fluorescent materials may be used by one kind, and two or more kinds may be mixed and they may be used.

[0026] Since especially the yttrium aluminum garnet system fluorescent material activated with the cerium is garnet structure, it can be strong in heat, light, and water, and the peak of an excitation spectrum can make it carry out near 450nm. Moreover, a luminescence peak is also near 530nm etc. and the broadcloth emission spectrum which lengthens the skirt to 700nm can be given. And luminescence wavelength can make it shift to a long wavelength side in luminescence wavelength shifting to a short wavelength side in permuting a part of aluminum of a presentation by Ga, and permuting a part of Y of a presentation by Gd. Thus, since it can consider as various luminescence wavelength continuously by changing a presentation, it is desirable especially as a fluorescent material of the invention in this application.

[0027] In addition, since luminescence wavelength is made to adjust to a long wavelength and short wavelength side according to a request, some yttriums can also be made to be able to permute by Lu, Sc, and La, and a part of aluminum can also be made to permute by In, B, and Tl. Furthermore, minute amount content of Tb or the Cr can be carried out, and absorption wavelength can also be made to adjust in addition to a cerium.

[0028] When the yttrium aluminum garnet system fluorescent material activated with the cerium is used, or it touches the LED chip 103, the light emitting diode which has lightfastness sufficient efficient also in -two or less -two or more ($E_e = 3 \text{ W-cm}^{10} \text{ W-cm}$ high exposure reinforcement as irradiance arranged by approaching can be constituted.

[0029] (LED chips 103 and 203) In the LED chip 103 used for the invention in this application, the semi-conductor light emitting device with comparatively high band energy which can excite the various fluorescent materials 322 efficiently is mentioned suitably. as such a semi-conductor light emitting device -- MOCVD -- the nitride system compound semiconductor formed of law etc. is used. A nitride system compound semiconductor makes a luminous layer $\text{In}_n\text{Al}_m\text{Ga}_{1-n-m}\text{N}$ (however, $0 \leq n$, $0 \leq m$, $n+m \leq 1$), and makes it have formed. As structure of a semi-conductor, the thing of a terrorism configuration is mentioned to the gay structure, hetero structure, or double which has MIS junction, PIN junction, a PN junction, etc. Various luminescence wavelength can be chosen by whenever [ingredient or its mixed-crystal]. [of a semi-conductor layer] Moreover, it can also consider as the single quantum well structure and multiplex quantum well structure where the semi-conductor barrier layer was made to form in the thin film which the quantum effectiveness produces.

[0030] Ingredients, such as sapphire, a spinel, SiC, Si and ZnO, and a gallium nitride system single crystal, can be used for the substrate in which a nitride system compound semiconductor is made to form. In order to make a crystalline good gallium nitride system semi-conductor form, it is desirable to use a sapphire substrate, and in order to correct grid mismatching with a sapphire substrate, it is desirable to form a buffer layer. A buffer layer can be made to form by aluminum nitride, gallium nitride, etc. which were made to form at low temperature.

[0031] It can consider as the configuration which carried out the laminating of the 1st contact layer formed by N type gallium nitride on the buffer layer, the 1st cladding layer made to form by the N type aluminum nitride gallium, the barrier layer formed by the indium nitride gallium, the 2nd cladding layer formed by the P type aluminum nitride gallium, and the 2nd contact layer formed by P type gallium nitride to order as an example of a light emitting device which has the PN junction which used the nitride system compound semiconductor.

[0032] In addition, a nitride system compound semiconductor shows N type conductivity in the

condition of not doping an impurity. When making the N type gallium nitride semi-conductor of a request, such as raising luminous efficiency, form, it is desirable to introduce Si, germanium, Se, Te, C, etc. suitably as an N type dopant. On the other hand, when making a P type gallium nitride semi-conductor form, Zn, Mg, Be, calcium, Sr, Ba, etc. which are P type DOPANDOs are made to dope. Only by doping a p-type dopant, since it is [P-type-] hard to make a gallium nitride system compound semiconductor, it is desirable to make it P-type-ize by annealing after p-type dopant installation by heating, the low-speed electron beam irradiation, the plasma exposure, etc. at a furnace.

[0033] The case of the semi-conductor light emitting device using an insulating substrate makes the exposure of a P-type semiconductor and an N-type semiconductor form by etching etc., respectively, in order to remove some insulating substrates or to take the electrode surface for P type and N type from a semi-conductor front-face side. The sputtering method, a vacuum deposition method, etc. are used and each electrode of a desired configuration is made to form on each semi-conductor layer. Patterning of the electrode prepared in a luminescence side side can be carried out, or transparent electrodes, such as a metal thin film metallurgy group oxide, can be used for it so that a luminescence field may be surrounded without all covering. Thus, the formed light emitting device can also be used as it is, and you may use it as an LED chip divided separately.

[0034] When using as an LED chip divided separately, after carrying out direct full cutting with the dicing saw with which the blade which has the edge of a blade made from a diamond rotates the formed semi-conductor wafer or cutting the slot of width of face larger than edge-of-a-blade width of face deeply (half cutting), a semi-conductor wafer is broken according to external force. or the scribe in which the diamond stylus at a tip carries out both-way rectilinear motion -- a scribe line (circles of longitude) very thin to a semi-conductor wafer -- for example, after lengthening in a grid pattern, according to external force, a wafer is broken and it cuts in the shape of a chip from a semi-conductor wafer. Thus, an LED chip can be made to form.

[0035] When taking into consideration complementary color relation with fluorescent materials, such as resin degradation and a white system, etc. in the light emitting diode of the invention in this application, 400nm or more 530nm or less is desirable, and 420nm or more 490nm or less is more desirable. In order to raise the effectiveness of an LED chip and a fluorescent material more, respectively, 430nm or more 475nm or less is still more desirable.

[0036] (Substrate 104) While arranging the LED chip 103, in order to use light effectively, as for the substrate 104 used for the invention in this application, what has a quantity reflection factor is desirable. Therefore, in order to make it paste up by die weld junction material, according to a request, various configurations and ingredients can be used that there should just be sufficient magnitude. Specifically, a leadframe, a chip type LED package, etc. which are used for a light emitting diode are used suitably.

[0037] On a substrate 104, one LED chip 103 may be arranged and it can also arrange two or more. Moreover, the LED chip which has two or more luminescence wavelength in sakes, such as making luminescence wavelength adjust etc., can also be arranged. When arranging the LED chip using the nitride system compound semiconductor formed on SiC etc., sufficient electrical conductivity is searched for with an adhesive property. Moreover, when connecting the electrode of the LED chip 103 to the leadframe which serves as a substrate 104 using a conductive wire, it is desirable that connectability with a conductive wire etc. is good.

[0038] It can be made to specifically form in the aluminum which plated iron, copper, the copper containing iron, the copper containing tin, copper gold and silver, etc., iron, and a pan as a leadframe, a package, etc. at various configurations using ingredients, such as a ceramic and various synthetic resin, as such a substrate. Moreover, a reflective member may be made to constitute using some substrates.

[0039] (Conductive wire) As a conductive wire which is an electrical installation member, what has ohmic nature with the electrode of the LED chip 103, mechanical-connections nature, good electrical conductivity, and good thermal conductivity is called for. As thermal conductivity, more than 0.01 cal/cm²/cm/degree C is desirable, and it is more than 0.5 cal/cm²/cm/degree C more preferably. Moreover, in consideration of workability etc., the diameters of the conductive wire

107 are more than $\phi 10$ micrometer and less than $\phi 45$ micrometer] preferably. Specifically, the conductive wire using metals and those alloys, such as gold, copper, platinum, and aluminum, as such a conductive wire is mentioned. Such a conductive wire can connect an inner lead, a mounting lead, etc. to the electrode of each LED chip 103 easily by the wire-bonding device. [0040] (Display) When the light emitting diode of the invention in this application is used for an LED drop, it can also consider as an LED display equipment only using white system light emitting diode. That is, only the light emitting diode of the invention in this application with which the white system like drawing 4 or drawing 5 can emit light is arranged in the shape of a matrix etc., and the LED drop 501 for black and white can be constituted. An LED drop can be made to constitute in this display only as a drive circuit for light emitting diodes in which white luminescence is possible. An LED drop is electrically connected to the lighting circuit which is a drive circuit. It can consider as the display which can display various images by the output pulse from a drive circuit. It is switched with the output signal of the gradation control circuit 503 which calculates the gradation signal for making predetermined brightness turn on each light emitting diode from the data memorized by RAM (Random, Access, Memory)504 and RAM504 which make the indicative data inputted memorize temporarily as a drive circuit, and the gradation control circuit 503, and has the driver 502 which makes light emitting diode turn on. The gradation control circuit 503 calculates the lighting time amount of light emitting diode from the data memorized by RAM, and outputs a pulse signal.

[0041] Therefore, the LED display equipment for black and white can carry out [highly minute]-izing while being able to simplify circuitry naturally unlike the full color drop of RGB. Therefore, it can consider as the display which does not have an irregular color accompanying the property of the light emitting diode of RGB etc. cheaply. Moreover, compared with the conventional red and the LED drop using a green chisel, the stimulus to human being's eyes is suitable for use of long duration few. Although the example of the invention in this application is explained hereafter, it cannot be overemphasized that the invention in this application is not what is limited only to a concrete example.

[0042]

[Example]

(Example 1) The LED chip used the $\text{In}_{0.2}\text{Ga}_{0.8}\text{N}$ semi-conductor whose luminescence peak is 450nm as a luminous layer. the sapphire substrate top which made the LED chip wash -- TMG (trimethylgallium) gas, TMI (trimethyl in JUUMU) gas, nitrogen gas, and dopant gas -- carrier gas -- a sink and MOCVD -- it was made to form by making a nitride system compound semiconductor form by law N type and the semi-conductor of P type conductivity are made to form by changing SiH_4 and Cp_2Mg as dopant gas. The contact layer which is the gallium nitride semi-conductor which has N type conductivity as a light emitting device, and the cladding layer and contact layer which are the gallium nitride semi-conductor which has P type conductivity were made to form. Between the N type contact layer and the P type cladding layer, it is about 3nm in thickness, and the barrier layer of the non dope InGaN used as single quantum structure was formed. (In addition, a gallium nitride semi-conductor is made to form at low temperature on a sapphire substrate, and it has considered as the buffer layer.) Moreover, annealing of the P-type semiconductor has been carried out above 400 degrees C after membrane formation.

[0043] After exposing the front face of PN each semi-conductor contact layer on silicon on sapphire by etching, each electrode was made to form by sputtering, respectively. Ag was made to form in the front face in which the semi-conductor of silicon on sapphire is not formed by the sputtering method. In this way, after lengthening a scribe line, external force was made to divide the done semi-conductor wafer, and the LED chip was made to form.

[0044] Die bond was carried out into the tip cup of the copper leadframe which carried out silver plating of the LED chip by the die bonding device, using an epoxy resin as die weld junction material. Wire bonding was carried out to each electrode of an LED chip, and the mounting lead and inner lead in which the cup was prepared by the gold streak, respectively, and the electric flow was taken.

[0045] On the other hand, the fluorescent material carried out coprecipitation of the solution which dissolved the rare earth elements of Y, Gd, and Ce in the acid by stoichiometry with oxalic

acid. This is mixed with the coprecipitation oxide calcinated and obtained and an aluminum oxide, and a mixed raw material is obtained. Ammonium fluoride was mixed as flux to this, crucible was stuffed, it calcinated at the temperature of 1400-degreeC in air for 3 hours, and the burned product was obtained. The ball mill of the burned product was carried out underwater, and it was made to form in washing, separation, desiccation, and the last through a screen.

[0046] The 3(Y0.8Gd0.2) aluminum5O12:Ce fluorescent material 75 weight section and the elastomer-like silicone resin 100 weight section which were formed were often mixed, and it considered as the slurry. 0.2microl impregnation of this slurry was done into the cup on the mounting lead with which the LED chip has been arranged. The resin which the fluorescent material contained was stiffened in 150-degree-C 1 hour after impregnation. In this way, the color conversion member which the fluorescent material with a thickness of 120micro contained was formed on the LED chip. Then, the translucency epoxy resin was made to form as a mold member in order to protect an LED chip and a fluorescent material from external force, moisture, dust, etc. further. The mold member inserted the leadframe by which the color conversion member was formed into the shuttering of a shell mold, and was made to harden it after mixing translucency EPOSHIKI resin in 150-degree-C 5 hours.

[0047] In this way, the chromaticity point of the light emitting diode with which the obtained white system can emit light, the color temperature, and the color-rendering-properties characteristic were measured. Respectively, a chromaticity point ($x=0.392$, $y=0.480$), color temperature 8070K, and Ra(color-rendering-properties characteristic) =85.7 were shown. Moreover, luminescence **** was 9.8 lm/w. It checked that long duration was covered as life test also in each trial of temperature of 25 degrees C 20mA energization, and temperature of 25 degrees C 60mA energization, and a radiant power output could be maintained.

[0048] (Example 1 of a comparison) Light emitting diode was made to form like an example 1 except having not prepared a reflective member but having used the base material of a color conversion member only as the epoxy resin. In this way, life test is performed like an example 1 and the formed light emitting diode is shown in drawing 6 with an example 1.

[0049] (Example 2) The light emitting diode of the invention in this application was used for the display which is one of the LED indicators 501 like drawing 4 . On the polycarbonate substrate in which the copper pattern was made to form, the light emitting diode 401 which is luminescence equipment made to form like an example 1 was arranged in the shape of [of 16x16] a matrix. A substrate and light emitting diode 401 soldered using automatic pewter mounting equipment. Next, it was made to arrange and fix to the case 404 interior formed with phenol resin. The protection-from-light member 405 is made to a case 404 and really have fabricated. You made it filled up with a part of a case 404, light emitting diode 401, substrate, and protection-from-light member 405 except for the point of light emitting diode 401 by the silicone rubber 406 colored black by the pigment. Then, silicone rubber was stiffened in ordinary temperature and 72 hours, and the LED drop 501 was made to form. The driving means of CPU equipped with the driver 502 which it is switched [driver] with the output signal of the gradation control circuit 503 which calculates the gradation signal for making predetermined brightness turn on light emitting diode from the data memorized by RAM504 (Random, Access, Memory) and RAM504 which make the indicative data inputted as this LED indicator memorize temporarily, and the gradation control circuit 503, and makes light emitting diode turn on was connected electrically, and the LED display equipment was constituted. It checked that an LED drop was made to drive and it could drive as a monochrome LED display equipment.

[0050]

[Effect of the Invention] When it considers as the light emitting diode using the LED chip which used the nitride system compound semiconductor which can emit light with high power and high energy by considering as the configuration of claim 1 of the invention in this application, and a fluorescent material, decline in luminous efficiency can consider as very little light emitting diode under the use at the time of quantity brightness for a long time.

[0051] By considering as the configuration of claim 2 of the invention in this application, decline in luminescence **** can consider as very little various light emitting diodes also in high brightness and prolonged use simpler, giving an adhesive property.

[0052] By considering as the configuration of claim 3 of the invention in this application, it can consider as the light emitting diode of various configurations. A content, a configuration, etc. of a fluorescent material can also be made to adjust various color tones.

[0053] By considering as the configuration of claim 4 of the invention in this application, lightfastness can consider [more] as various light emitting diodes with very little decline in luminescence **** also in high brightness and prolonged use simple strongly.

[0054] By considering as the configuration of claim 5 of the invention in this application, it can consider as an LED display equipment with few irregular colors with a comparatively cheap and high definition LED display equipment or a check-by-looking include angle.

[0055]

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] Drawing 1 is the typical sectional view of the light emitting diode of the invention in this application.

[Drawing 2] Drawing 2 is the typical sectional view of other light emitting diodes of the invention in this application.

[Drawing 3] Drawing 3 is a typical enlarged drawing for explaining the slight optical closing depth in light emitting diode.

[Drawing 4] Drawing 4 is the mimetic diagram of an LED display equipment which used the light emitting diode of the invention in this application.

[Drawing 5] Drawing 5 is a block diagram of an LED indicator used for drawing 4 .

[Drawing 6] Drawing 6 (A) shows life test in temperature of 25 degrees C 20mA energization with the light emitting diode of the example 1 of a comparison shown for the example 1 of the invention in this application, and the comparison, and drawing 6 (B) is the graph which showed life test in temperature of 25 degrees C 60mA energization with the light emitting diode of the example 1 of a comparison shown for the example 1 of the invention in this application, and the comparison.

[Description of Notations]

101 201 ... Reflective member

102 202 ... Color conversion member

103, 203, 303 ... LED chip

104 ... Mounting lead which is a substrate

105 ... Inner lead

106 206 ... Mold member

107, 207, 307 ... Die weld junction material

204 ... Package

321 ... Base material of a color conversion member

322 ... Fluorescent material

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

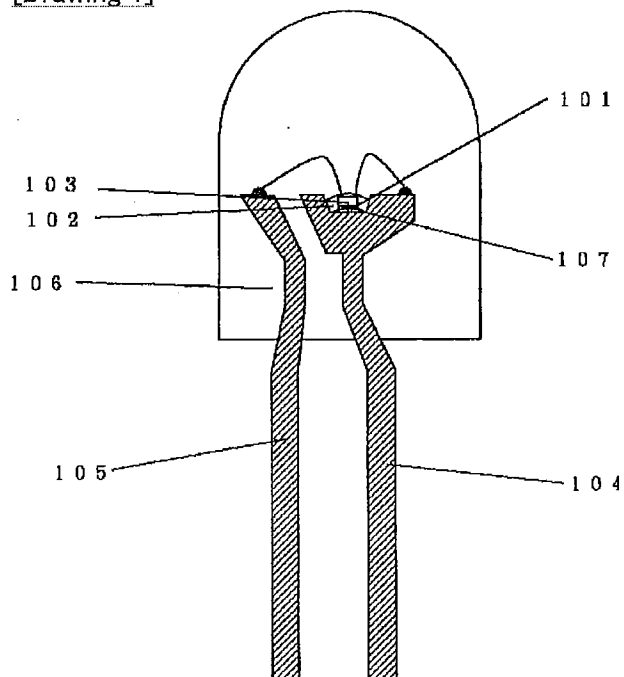
1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.*** shows the word which can not be translated.

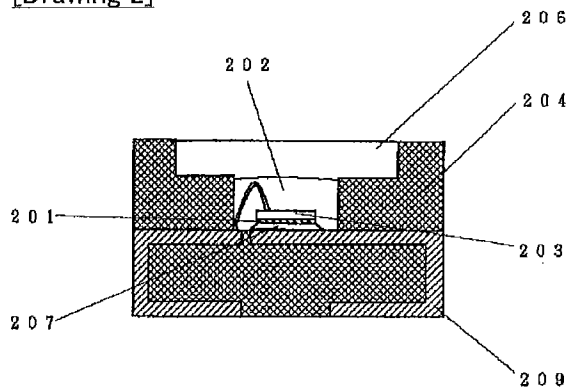
3.In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

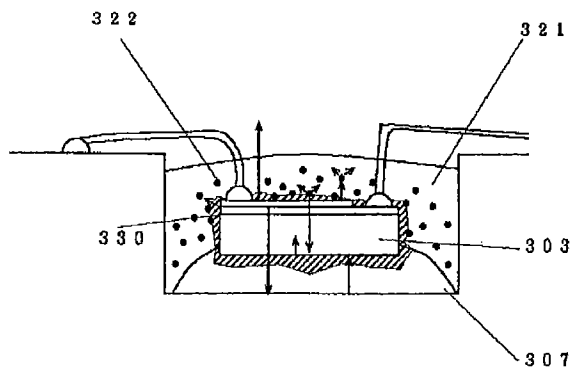
[Drawing 1]



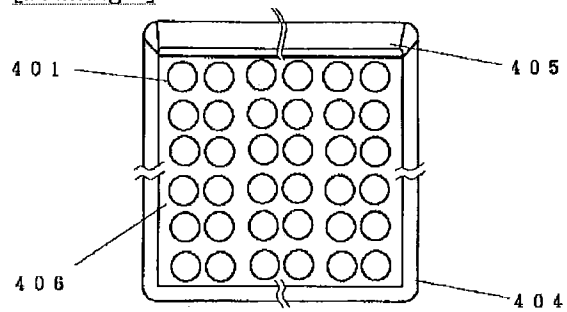
[Drawing 2]



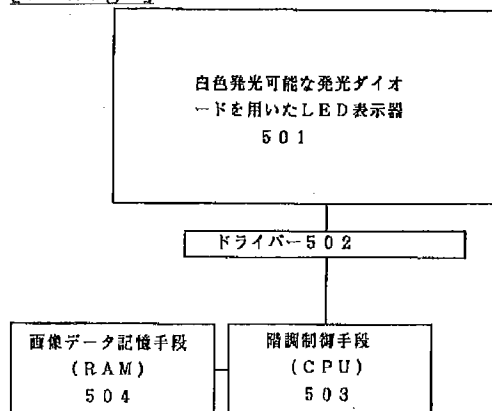
[Drawing 3]



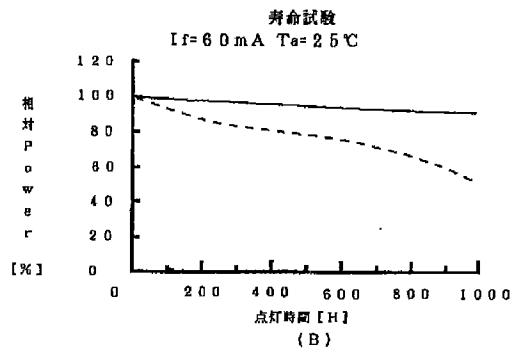
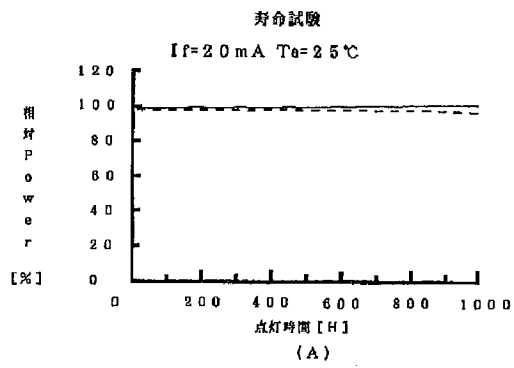
[Drawing 4]



[Drawing 5]



[Drawing 6]



[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-190066

(43)公開日 平成10年(1998)7月21日

(51)Int.Cl.⁸

識別記号

F I

H 0 1 L 33/00

H 0 1 L 33/00

N

審査請求 未請求 請求項の数5 O L (全 8 頁)

(21)出願番号 特願平8-350254
(22)出願日 平成8年(1996)12月27日

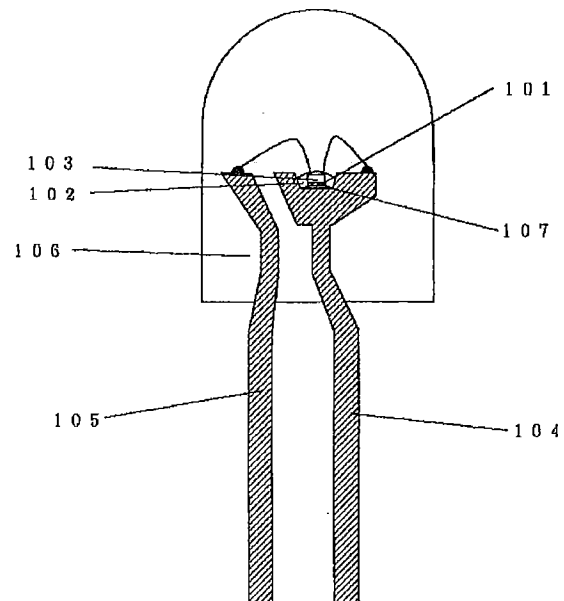
(71)出願人 000226057
日亜化学工業株式会社
徳島県阿南市上中町岡491番地100
(72)発明者 清水 義則
徳島県阿南市上中町岡491番地100 日亜化学工業株式会社内
(72)発明者 山田 元量
徳島県阿南市上中町岡491番地100 日亜化学工業株式会社内
(72)発明者 阪野 顕正
徳島県阿南市上中町岡491番地100 日亜化学工業株式会社内

(54)【発明の名称】 発光ダイオード及びそれを用いたLED表示装置

(57)【要約】

【課題】本願発明は、ディスプレイのバックライト、照光式操作スイッチ、LED表示器等に使用される発光ダイオードなどに係り、特に蛍光物質を利用し長期間且つ高輝度に発光可能な発光ダイオード及びそれを用いた表示装置に関する。

【解決手段】本願発明は、基板上にダイボンド部材によって固定されたLEDチップと、該LEDチップからの発光の少なくとも一部を吸収し波長変換して発光する蛍光物質を含む色変換部材と、を有する発光ダイオードであって、前記LEDチップは透光性基体上の一方の面側に窒化物系化合物半導体を有すると共に、前記透光性基体の他方の面側に反射部材を設けた発光ダイオード及びそれを用いた表示装置である。



【特許請求の範囲】

【請求項1】基板上にダイボンド部材によって固定されたLEDチップと、該LEDチップからの発光の少なくとも一部を吸収し波長変換して発光する蛍光物質を含む色変換部材と、を有する発光ダイオードであって、前記LEDチップは透光性基体上の一方の面側に窒化物系化合物半導体を有すると共に、前記透光性基体の他方の面側に反射部材を設けたことを特徴とする発光ダイオード。

【請求項2】前記ダイボンド部材がエポキシ樹脂、シリコーン樹脂から選択される少なくとも1種である請求項1記載の発光ダイオード。

【請求項3】前記色変換部材は基材中に蛍光物質が含有されている請求項1記載の発光ダイオード。

【請求項4】前記基材がエラストマー或いはゲル状シリコーン樹脂、アモルファスフッ素樹脂、ポリイミド樹脂から選択される少なくとも1種である請求項3記載の発光ダイオード。

【請求項5】請求項1記載の発光ダイオードをマトリックス状に配置したLED表示器と、該LED表示器と電氣的に接続させた駆動回路と、を有するLED表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本願発明は、ディスプレイのバックライト、照光式操作スイッチ、LED表示器等に使用される発光ダイオードに係り、特に蛍光物質を利用し長期間且つ、高輝度に発光可能な発光ダイオードに関する。

【0002】

【従来の技術】発光素子（以下、LEDチップともいう。）は、小型で効率よく鮮やかな色の発光をする。また、半導体素子であるため球切れがない。初期駆動特性が優れ、振動やON/OFF点灯の繰り返しに強いという特徴を有する。そのため、各種インジケータや種々の光源として利用されている。しかしながら、LEDチップは単色性の発光ピークを有するが故に白色系などの発光のみを得る場合においても、2種類以上の発光素子を利用せざるを得なかった。

【0003】そこで、本出願人は、単色性の発光ピークを有するLEDチップと蛍光物質を利用して白色系など種々の発光色を発光させる発光ダイオードとして特開平5-152609号公報、特開平7-99345号公報などに記載した発光ダイオードを開発した。

【0004】これらの発光ダイオードは、発光層のエネルギーバンドギャップが比較的大きいLEDチップをリードフレームの先端に設けられたカップ上などにダイボンド部材などによって配置する。LEDチップは、LEDチップが設けられたメタルステムやメタルポストとそれぞれ電氣的に接続させる。そして、LEDチップを被

覆する樹脂モールド中などにLEDチップからの光を吸収し、波長変換する蛍光体を含有させ色変換部材として形成させてある。

【0005】これによって、LEDチップからの発光を蛍光体によって波長変換した発光ダイオードとすることができる。例えば、青色系のLEDチップからの光と、その光を吸収し補色関係にある黄色系を発光する蛍光体からの光と、の混色により白色系が発光可能な発光ダイオードとすることができる。これらの発光ダイオードは、白色系を発光する発光ダイオードとして利用した場合においても十分な輝度を発光する発光ダイオードとすることができる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかし、発光ダイオードの利用分野の広がりと共に、より信頼性が高く長期間且つ、高輝度に発光可能な発光ダイオードが求められている。特に、蛍光物質を利用した発光ダイオードは、蛍光物質にもよるが発光層からの発光波長が短いものほど効率よく発光する傾向にある。一方、発光ダイオードに利用するモールド部材、色変換部材やダイボンド部材などには、扱い易さなどから種々の合成樹脂が利用されている。合成樹脂は、一般にLEDチップから放出される発光波長が短くなると劣化し着色する傾向にある。特に、ダイボンド部材は、接着性をも考慮しなければならず現在のところ耐候性と密着性等を共に十分満足するものがない。したがって、蛍光物質を利用した発光ダイオードの発光強度を更に向上させ長時間使用すると、発光ダイオードの発光輝度が低下する場合があるという問題を有する。本願発明は上記課題を解決し、より高輝度且つ、長時間の使用環境下においても発光効率の低下が極めて少ない発光ダイオードを提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】本願発明は、基板上にダイボンド部材によって固定されたLEDチップと、該LEDチップからの発光の少なくとも一部を吸収し波長変換して発光する蛍光物質を含む色変換部材と、を有する発光ダイオードであって、前記LEDチップは透光性基体上の一方の面側に窒化物系化合物半導体を有すると共に、前記透光性基体の他方の面側に反射部材を設けた発光ダイオードとすることにより上述の問題点を解決することができる。また、前記ダイボンド部材がエポキシ樹脂、シリコーン樹脂から選択される少なくとも1種の発光ダイオードであり、前記色変換部材は基材中に蛍光物質が含有されている発光ダイオードでもある。さらに、前記基材がエラストマー或いはゲル状シリコーン樹脂、アモルファスフッ素樹脂、ポリイミド樹脂から選択される少なくとも1種の発光ダイオードである。

【0008】また、本願発明の発光ダイオードをマトリックス状に配置したLED表示器と、該LED表示器と

電氣的に接続させた駆動回路と、を有するLED表示装置である。

【0009】

【作用】本願発明は、LEDチップの透光性基体に反射部材を設けることによって、ダイボンド部材の光による劣化を防止しつつ光利用効率を高めたものである。特に、発光ダイオードの光反射性と、接着剤の接着性と、に機能分離させたものである。

【0010】また、より耐光性の高い基材を用いて色変換部材を構成させることにより、LEDチップからの光、蛍光物質によって反射された光などによる着色などを抑制し発光効率の低下を防ぐことができる。

【0011】

【発明の実施の形態】本願発明者は種々の実験の結果、高輝度且つ長時間の使用環境下における発光ダイオードの出力低下が、LEDチップのごく近傍に配置された色変換部材やダイボンド部材の劣化にあることを見出し本願発明を成すに至った。

【0012】蛍光物質を利用した発光ダイオードにおいては、蛍光物質を利用しない通常の発光ダイオードと光の密度が極端に異なる。即ち、図3の如く蛍光物質を利用した発光ダイオードにおいては、LEDチップ303から放出される光がそのまま全て合成樹脂などにより形成された色変換部材などを透過しない。LEDチップ303からの光は、LEDチップ303近傍などに設けられた蛍光物質322によって反射される。或いは、蛍光物質322によって励起された光として等方的に放出される。さらに、発光ダイオードからの光はダイボンド樹脂を透過し、光特性向上のために高反射率の材料が用いられた基板などによって反射される。また、ダイボンド部材などの屈折率の差などによっても反射される。そのため、LEDチップ303近傍に光が部分的に密に閉じこめられ、LEDチップ近傍の光密度が極めて高くなる。そのため、LEDチップ303極近傍の色変換部材やダイボンド部材が、特に劣化され着色330などし発光効率が低下すると考えられる。

【0013】本願発明は、LEDチップ極近傍の色変換部材やダイボンド部材などの劣化を抑制することにより、高輝度且つ長時間の使用環境下においても出力低下が極めて少ない発光ダイオードとすることができるのである。

【0014】本願発明の具体的な発光ダイオードの一例を図2に示す。図2は、チップタイプLEDの断面図である。セラミックのパッケージ内に設けられた電極上にダイボンド部材207を用いてLEDチップをダイボンドさせると共に電氣的に接続させた。LEDチップには、SiC基板の一方に青色系が発光可能な窒化物系化合物半導体が形成されたものを利用した。なお、SiC基板の他方の面上には、Agがメッキされている。また、ダイボンド部材201には、Ag含有のシリコーン

樹脂を用いた。残ったLEDチップ203の電極とパッケージに設けられた外部電極209とを金線によってワイヤーボンディングさせてある。

【0015】パッケージ204には、内部に一段下がったキャビティを設けてある。キャビティ内には、蛍光物質を含有させた透光性ポリイミド樹脂を色変換部材202として注入し発光ダイオードを構成させてある。蛍光物質は、セリウムを付活したイットリウム・アルミニウム・ガーネット蛍光体を用いた。

10 【0016】このような、発光ダイオードの外部電極209に電力を供給させることによりLEDチップ203から光を出させると共にLEDチップ203からの光によって蛍光物質を励起させ発光させることができる。LEDチップ203からの青色系光と蛍光物質からの黄色系光が補色関係にあるため、白色系の発光色を得ることができる。このような発光ダイオードは樹脂劣化などに伴う着色が少ないため長期間且つ高輝度に発光させることができる。以下本願発明の構成部材について詳述する。

20 【0017】(反射部材201) 本願発明に用いられる反射部材201とは、半導体発光層から放出された光をダイボンド樹脂に直接照射させないように設けられると共に、効率よく発光観測面側に反射させるためのものである。

【0018】このような反射部材は、In、Cu、Ir、Pd、Rh、W、Mo、Ti、Ni、Al、AgやPtなどの金属や合金、TiO₂、SiO₂、BaF₂等の誘電体材料を積層した誘電体多層膜で形成することができる。特に、Al、Ag、PtやTiO₂、SiO₂、BaF₂等の誘電体材料を利用した反射部材は、窒化物系化合物半導体の発光層から放出される発光波長を効率よく反射できると共に比較的簡単に形成できるためより好ましい。このような反射部材は、蒸着法、スパッタリング法などの気相成長膜技術などにより透光性基体上に容易に形成することができる。

30 【0019】(ダイボンド部材107、207、307) 本願発明に用いられるダイボンド部材107とは、LEDチップ103と、基板104とを接着させるために用いられる。したがって、ダイボンド部材107は、基板及びLEDチップ103との密着性が高いことが望まれる。ダイボンド部材に用いられる具体的な合成樹脂としては、一液、二液型エポキシ樹脂や一液、二液型シリコーン樹脂が好適に用いられる。

50 【0020】また、ダイボンド部材107を利用してLEDチップと基板とを電氣的に導通させてもよい。この場合、ダイボンド部材中に、銀、金、アルミニウム、銅、ITO、SnO₂、ZnO₂などから選択される少なくとも1種を含有させることが好ましい。特に、銀、金、アルミニウム、銅などは、導電性を持たせると共に放熱性を向上させることができる。

【0021】このようなダイボンド部材107は、LEDチップ103と基板104とを接着させるためにダイボンダーを用いることによって簡単に塗布などすることができる。

【0022】(色変換部材102、202)本願発明に用いられる色変換部材102とは、LEDチップ103からの光の少なくとも一部を変換する蛍光物質322が含有されるものである。色変換部材102の基材としては、LEDチップ103からの光や蛍光物質からの光を効率よく透過させると共に耐光性の良いものが好ましい。さらに、色変換部材として働くと共にモールド材などとして兼用させる場合は、外部環境下における外力や水分等に対して強いものが好ましい。このような基材321の具体的な材料としては、エラストマー状或いはゲル状シリコーン樹脂、アモルファスフッ素樹脂、透光性ポリイミド樹脂などの耐候性に優れた透明樹脂や硝子などが好適に用いられる。色変換部材102の量によって発光ダイオードから放出される光の色調などが変化するため操作性などの点からエラストマー状或いはゲル状シリコーン樹脂がより好ましい。

【0023】色変換部材は、LEDチップ103に直接接触させて被覆させることもできるし、他の合成樹脂などを間に介して設けることもできる。また、蛍光物質322と共に着色顔料、着色染料や拡散剤を含有させても良い。着色顔料や着色染料を用いることによって色味を調節させることもできる。拡散剤を含有させることによってより指向角を増すこともできる。具体的な拡散剤としては、無機系であるチタン酸バリウム、酸化チタン、酸化アルミニウム、酸化珪素等や有機系であるグアミン樹脂などが好適に用いられる。

【0024】(蛍光物質322)本願発明に用いられる蛍光物質322は、窒化物系化合物半導体から放出された可視光や紫外光を他の発光波長に変換するためのものである。従って、LEDチップ103に用いられる発光層から発光される発光波長や発光ダイオードから放出される所望の発光波長に応じて種々のものが用いられる。特に、LEDチップ103が発光した光と、LEDチップ103からの光によって励起され発光する蛍光物質322からの光が補色関係にあるとき白色系光を発光させることもできる。

【0025】このような蛍光物質322として、セリウムで付活されたイットリウム・アルミニウム・ガーネット系蛍光物質、ベリレン系誘導体や銅、アルミニウムで付活された硫化亜鉛カドミウムやマンガンで付活された酸化マグネシウム・チタンなど種々のものが挙げられる。これらの蛍光物質は、1種類で用いてもよいし、2種類以上混合して用いてもよい。

【0026】特に、セリウムで付活されたイットリウム・アルミニウム・ガーネット系蛍光物質は、ガーネット構造であるため、熱、光及び水に強く、励起スペクトル

のピークが450nm付近にさせることができる。また、発光ピークも530nm付近などにあり、700nmまで裾を引くブロードな発光スペクトルを持たせることができる。しかも、組成のAlの一部をGaで置換することで発光波長が短波長側にシフトし、また組成のYの一部をGdで置換することで、発光波長が長波長側へシフトさせることができる。このように組成を変化させることで連続的に種々の発光波長とすることができるため本願発明の蛍光物質として特に好ましい。

【0027】なお、所望に応じて発光波長を長波長や短波長側に調節させるため、イットリウムの一部をLu、Sc、Laに置換させることもできるし、アルミニウムの一部をIn、B、Tlに置換させることもできる。さらに、セリウムに加えて、TbやCrを微量含有させ吸収波長を調整させることもできる。

【0028】セリウムで付活されたイットリウム・アルミニウム・ガーネット系蛍光物質を用いた場合は、LEDチップ103と接する或いは近接して配置された放射照度として $(E_e) = 3W \cdot cm^{-2}$ 以上 $10W \cdot cm^{-2}$ 以下の高照射強度においても高効率に十分な耐光性を有する発光ダイオードを構成することができる。

【0029】(LEDチップ103、203)本願発明に用いられるLEDチップ103とは、種々の蛍光物質322を効率良く励起できる比較的バンドエネルギーが高い半導体発光素子が好適に挙げられる。このような半導体発光素子としては、MOCVD法等により形成された窒化物系化合物半導体が用いられる。窒化物系化合物半導体は、 $In_nAl_mGa_{1-n-m}N$ (但し、 $0 \leq n, 0 \leq m, n+m \leq 1$) を発光層とし形成させてある。半導体の構造としては、MIS接合、PIN接合やPN接合などを有するホモ構造、ヘテロ構造あるいはダブルヘテロ構成のものが挙げられる。半導体層の材料やその混晶度によって発光波長を種々選択することができる。また、半導体活性層を量子効果が生ずる薄膜に形成させた単一量子井戸構造や多重量子井戸構造とすることもできる。

【0030】窒化物系化合物半導体を形成させる基板にはサファイヤ、スピネル、SiC、Si、ZnO、窒化ガリウム系単結晶等の材料を用いることができる。結晶性の良い窒化ガリウム系半導体を形成させるためにはサファイヤ基板を用いることが好ましく、サファイヤ基板との格子不整合を是正するためにバッファ層を形成することが望ましい。バッファ層は、低温で形成させた窒化アルミニウムや窒化ガリウムなどで形成させることができる。

【0031】窒化物系化合物半導体を使用したPN接合を有する発光素子例としては、バッファ層上に、N型窒化ガリウムで形成した第1のコンタクト層、N型窒化アルミニウム・ガリウムで形成させた第1のクラッド層、窒化インジウム・ガリウムで形成した活性層、P型

窒化アルミニウム・ガリウムで形成した第2のクラッド層、P型窒化ガリウムで形成した第2のコンタクト層を順に積層させた構成などとして行うことができる。

【0032】なお、窒化物系化合物半導体は、不純物をドーピングしない状態でN型導電性を示す。発光効率を向上させるなど所望のN型窒化ガリウム半導体を形成させる場合は、N型ドーパントとしてSi、Ge、Se、Te、C等を適宜導入することが好ましい。一方、P型窒化ガリウム半導体を形成させる場合は、P型ドーパントであるZn、Mg、Be、Ca、Sr、Ba等をドーピングさせる。窒化ガリウム系化合物半導体は、P型ドーパントをドーピングしただけではP型化しにくい。P型ドーパント導入後に、炉による加熱、低速電子線照射やプラズマ照射等によりアニールすることでP型化させることが好ましい。

【0033】絶縁性基板を用いた半導体発光素子の場合は、絶縁性基板の一部を除去する、或いは半導体表面側からP型及びN型用の電極面をとるためにP型半導体及びN型半導体の露出面をエッチングなどによりそれぞれ形成させる。各半導体層上にスパッタリング法や真空蒸着法などを用いて所望の形状の各電極を形成させる。発光面側に設ける電極は、全被覆せずに発光領域を取り囲むようにパターニングするか、或いは金属薄膜や金属酸化物などの透明電極を用いることができる。このように形成された発光素子をそのまま利用することもできるし、個々に分割したLEDチップとして使用してもよい。

【0034】個々に分割されたLEDチップとして利用する場合は、形成された半導体ウエハー等をダイヤモンド製の刃先を有するブレードが回転するダイシングソーにより直接フルカットするか、又は刃先幅よりも広い幅の溝を切り込んだ後（ハーフカット）、外力によって半導体ウエハーを割る。あるいは、先端のダイヤモンド針が往復直線運動するスクライパーにより半導体ウエハーに極めて細いスクライブライン（経線）を例えば基盤目状に引いた後、外力によってウエハーを割り半導体ウエハーからチップ状にカットする。このようにしてLEDチップを形成させることができる。

【0035】本願発明の発光ダイオードにおいて樹脂劣化、白色系など蛍光物質との補色関係等を考慮する場合は、400nm以上530nm以下が好ましく、420nm以上490nm以下がより好ましい。LEDチップと蛍光物質との効率をそれぞれより向上させるためには、430nm以上475nm以下がさらに好ましい。

【0036】（基板104）本願発明に用いられる基板104とは、LEDチップ103を配置させると共に光を有効利用するため高反射率を有するものが好ましい。したがって、ダイボンド部材によって接着させるために十分な大きさがあればよく、所望に応じて種々の形状や材料を用いることができる。具体的には、発光ダイオ

ードに用いられるリードフレームやチップタイプLEDのパッケージなどが好適に用いられる。

【0037】基板104上には、LEDチップ103を1つ配置してもよいし、2以上配置することもできる。また、発光波長を調節させるなどために複数の発光波長を有するLEDチップを配置させることもできる。SiC上に形成された窒化物系化合物半導体を利用したLEDチップなどを配置させる場合、接着性と共に十分な電気伝導性がもとめられる。また、LEDチップ103の電極を導電性ワイヤーを利用して基板104となるリードフレームなどと接続させる場合は、導電性ワイヤーなどとの接続性が良いことが好ましい。

【0038】このような基板として具体的には、リードフレームやパッケージなどとして、鉄、銅、鉄入り銅、錫入り銅、銅金銀などをメッキしたアルミニウムや鉄、さらにはセラミックや種々の合成樹脂などの材料を用いて種々の形状に形成させることができる。また、基板の一部を利用して反射部材を構成させてもよい。

【0039】（導電性ワイヤー）電気的接続部材である導電性ワイヤーとしては、LEDチップ103の電極とのオーミック性、機械的接続性、電気伝導性及び熱伝導性がよいものが求められる。熱伝導度としては $0.01 \text{ cal/cm}^2/\text{cm}/^\circ\text{C}$ 以上が好ましく、より好ましくは $0.5 \text{ cal/cm}^2/\text{cm}/^\circ\text{C}$ 以上である。また、作業性などを考慮して導電性ワイヤー107の直径は、好ましくは、 $\Phi 10 \mu\text{m}$ 以上、 $\Phi 45 \mu\text{m}$ 以下である。このような導電性ワイヤーとして具体的には、金、銅、白金、アルミニウム等の金属及びそれらの合金を用いた導電性ワイヤーが挙げられる。このような導電性ワイヤーは、各LEDチップ103の電極と、インナー・リード及びマウント・リードなどと、ワイヤーボンディング機器によって容易に接続させることができる。

【0040】（表示装置）本願発明の発光ダイオードをLED表示器に利用した場合、白色系発光ダイオードのみを用いたLED表示装置とすることもできる。即ち、図4や図5の如き白色系が発光可能な本願発明の発光ダイオードのみをマトリックス状などに配置し、白黒用のLED表示器501を構成できる。この表示装置において、白色発光可能な発光ダイオード用駆動回路のみとしてLED表示器を構成させることができる。LED表示器は、駆動回路である点灯回路などと電気的に接続させる。駆動回路からの出力パルスによって種々の画像が表示可能なディスプレイ等とすることができる。駆動回路としては、入力される表示データを一時的に記憶させるRAM(Random Access Memory)504と、RAM504に記憶されるデータから個々の発光ダイオードを所定の明るさに点灯させるための階調信号を演算する階調制御回路503と、階調制御回路503の出力信号でスイッチングされて、発光ダイオードを点灯させるドライバー502とを備える。階調制御回

路503は、RAMに記憶されるデータから発光ダイオードの点灯時間を演算してパルス信号を出力する。

【0041】したがって、白黒用のLED表示装置はRGBのフルカラー表示器と異なり当然回路構成を簡略化できると共に高精細化できる。そのため、安価にRGBの発光ダイオードの特性に伴う色むらなどのないディスプレイとすることができるものである。また、従来の赤色、緑色のみを用いたLED表示器に比べ人間の目に対する刺激が少なく長時間の使用に適している。以下、本願発明の実施例について説明するが本願発明は、具体的

【0042】

【実施例】

(実施例1) LEDチップは、発光層として発光ピークが450nmの $\text{In}_{0.2}\text{Ga}_{0.8}\text{N}$ 半導体を用いた。LEDチップは、洗浄させたサファイヤ基板上にTMG(トリメチルガリウム)ガス、TMI(トリメチルインジウム)ガス、窒素ガス及びドーパントガスをキャリアガスと共に流し、MOCVD法で窒化物系化合物半導体を成膜させることにより形成させた。ドーパントガスとして SiH_4 と Cp_2Mg と、を切り替えることによってN型やP型導電性の半導体を形成させる。発光素子としてはN型導電性を有する窒化ガリウム半導体であるコンタクト層と、P型導電性を有する窒化ガリウム半導体であるクラッド層、コンタクト層を形成させた。N型コンタクト層とP型クラッド層との間に厚さ約3nmであり、単一量子構造となるノンドープ InGaIn の活性層を形成した。(なお、サファイヤ基板上には低温で窒化ガリウム半導体を形成させバッファ層とさせてある。また、P型半導体は、成膜後400℃以上でアニールさせてある。)

【0043】エッチングによりサファイヤ基板上的PN各半導体コンタクト層の表面を露出させた後、スパッタリングにより各電極をそれぞれ形成させた。サファイヤ基板の半導体が形成されていない表面にスパッタリング法によりAgを形成させた。こうして出来上がった半導体ウエハースクライブラインを引いた後、外力により分割させLEDチップを形成させた。

【0044】ダイボンド部材としてエポキシ樹脂を用いてLEDチップをダイボンディング機器で銀メッキした銅製リードフレームの先端カップ内にダイボンドした。LEDチップの各電極と、カップが設けられたマウント・リードやインナー・リードとそれぞれ金線でワイヤーボンディングし電氣的導通を取った。

【0045】一方、蛍光物質は、Y、Gd、Ceの希土類元素を化学量論比で酸に溶解した溶解液を蔭酸で共沈させた。これを焼成して得られる共沈酸化物と、酸化アルミニウムと混合して混合原料を得る。これにフラックスとしてフッ化アンモニウムを混合して坩堝に詰め、空

気中1400℃の温度で3時間焼成して焼成品を得た。焼成品を水中でボールミルして、洗浄、分離、乾燥、最後に篩を通して形成させた。

【0046】形成された $(\text{Y}_{0.8}\text{Gd}_{0.2})_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$:Ce蛍光物質75重量部、エラストマー状シリコン樹脂100重量部をよく混合してスラリーとさせた。このスラリーをLEDチップが配置されたマウント・リード上のカップ内に0.2μl注入させた。注入後、蛍光物質が含有された樹脂を150℃1時間で硬化させた。こうしてLEDチップ上に厚さ120μmの蛍光物質が含有された色変換部材が形成された。その後、さらにLEDチップや蛍光物質を外部応力、水分及び塵芥などから保護する目的でモールド部材として透光性エポキシ樹脂を形成させた。モールド部材は、砲弾型の型枠の中に色変換部材が形成されたリードフレームを挿入し透光性エポキシ樹脂を混入後、150℃5時間にて硬化させた。

【0047】こうして得られた白色系が発光可能な発光ダイオードの色度点、色温度、演色性指数を測定した。それぞれ、色度点(x=0.392、y=0.480)、色温度8070K、Ra(演色性指数)=85.7を示した。また、発光率は9.8lm/wであった。寿命試験として、温度25℃20mA通電、温度25℃60mA通電の各試験においても長時間にわたって、発光出力が維持できることを確認した。

【0048】(比較例1)反射部材を設けず色変換部材の基材をエポキシ樹脂のみとした以外は実施例1と同様にして発光ダイオードを形成させた。こうして形成された発光ダイオードを実施例1と同様にして寿命試験を行い実施例1と共に図6に示す。

【0049】(実施例2)本願発明の発光ダイオードを図4の如くLED表示器501の1つであるディスプレイに利用した。実施例1と同様にして形成させた発光装置である発光ダイオード401を銅パターンを形成させたポリカーボネート基板上に、16×16のマトリックス状に配置させた。基板と発光ダイオード401とは自動ハンダ実装装置を用いてハンダ付けを行った。次にフェノール樹脂によって形成された筐体404内部に配置し固定させた。遮光部材405は、筐体404と一体成形させてある。発光ダイオード401の先端部を除いて筐体404、発光ダイオード401、基板及び遮光部材405の一部をピグメントにより黒色に着色したシリコンゴム406によって充填させた。その後、常温、72時間でシリコンゴムを硬化させLED表示器501を形成させた。このLED表示器と、入力される表示データを一時的に記憶させるRAM504(Random Access Memory)及びRAM504に記憶されるデータから発光ダイオードを所定の明るさに点灯させるための階調信号を演算する階調制御回路503と階調制御回路503の出力信号でスイッチングされて発光ダイオードを点灯させるドライバー502とを備

えたCPUの駆動手段と、を電氣的に接続させてLED表示装置を構成した。LED表示器を駆動させ白黒LED表示装置として駆動できることを確認した。

【0050】

【発明の効果】本願発明の請求項1の構成とすることにより高出力かつ高エネルギーで発光可能な窒化物系化合物半導体を利用したLEDチップと蛍光物質とを利用した発光ダイオードとした場合においても、長時間高輝度時の使用下においても発光効率の低下が極めて少ない発光ダイオードとすることができる。

【0051】本願発明の請求項2の構成とすることにより、接着性を持たせつつより簡便に高輝度、長時間の使用においても発光効率の低下が極めて少ない種々の発光ダイオードとすることができる。

【0052】本願発明の請求項3の構成とすることにより、種々の形状の発光ダイオードとすることができる。蛍光物質の含有量や形状などにより種々の色調を調整させることもできる。

【0053】本願発明の請求項4の構成とすることにより、より耐光性が強く簡便に高輝度、長時間の使用においても発光効率の低下が極めて少ない種々の発光ダイオードとすることができる。

【0054】本願発明の請求項5の構成とすることにより、比較的安価で高精細なLED表示装置や視認角度によって色むらの少ないLED表示装置とすることができる。

【0055】

【図面の簡単な説明】

*

*【図1】図1は、本願発明の発光ダイオードの模式的断面図である。

【図2】図2は、本願発明の他の発光ダイオードの模式的断面図である。

【図3】図3は、発光ダイオードにおける光閉じこめを説明するための模式的拡大図である。

【図4】図4は、本願発明の発光ダイオードを用いたLED表示装置の模式図である。

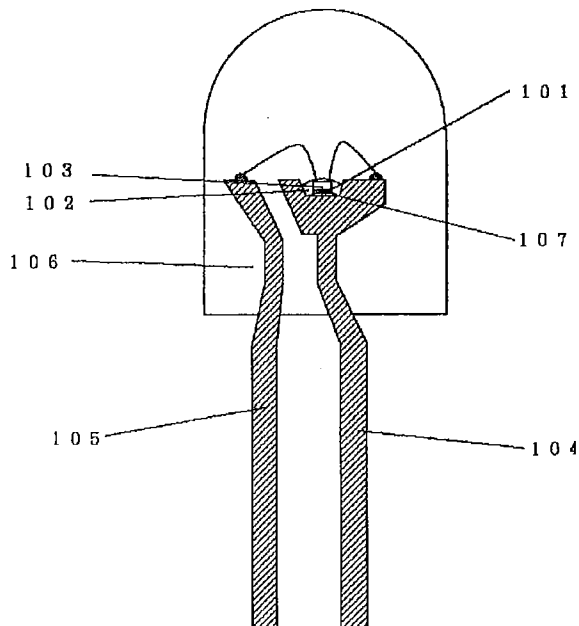
【図5】図5は、図4に用いられるLED表示器のブロック図である。

【図6】図6(A)は、本願発明の実施例1と比較のために示した比較例1の発光ダイオードとの温度25℃20mA通電における寿命試験を示し、図6(B)は、本願発明の実施例1と比較のために示した比較例1の発光ダイオードとの温度25℃60mA通電における寿命試験を示したグラフである。

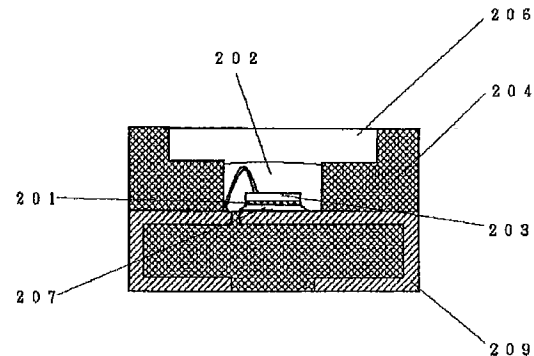
【符号の説明】

- 101、201・・・反射部材
- 102、202・・・色変換部材
- 103、203、303・・・LEDチップ
- 104・・・基板であるマウント・リード
- 105・・・インナー・リード
- 106、206・・・モールド部材
- 107、207、307・・・ダイボンド部材
- 204・・・パッケージ
- 321・・・色変換部材の基材
- 322・・・蛍光物質
- 330・・・樹脂劣化した着色部

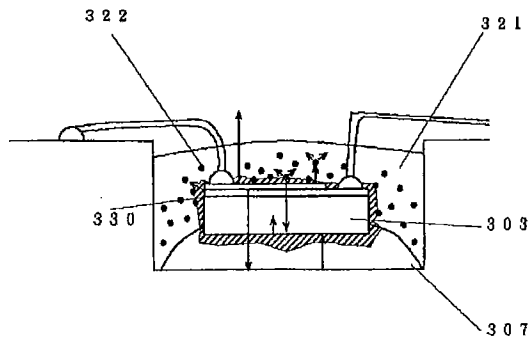
【図1】



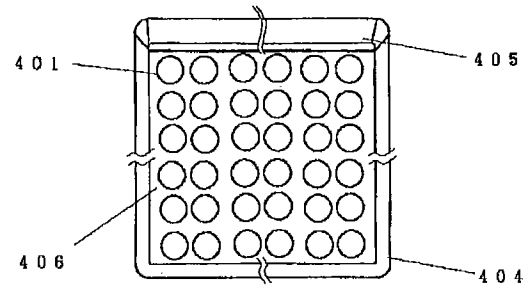
【図2】



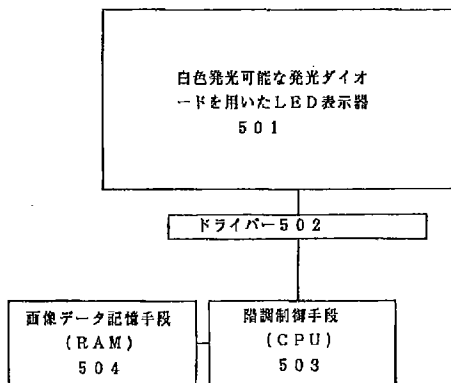
【図3】



【図4】



【図5】



【図6】

